

水ガラスコートされた Si-Graphite 負極の電極特性

Electrode Properties of Silicon- Graphite Anode Coated with Water Glass

ATTACCATO合同会社¹, ティーエムシー株式会社²

○山下 直人¹, 坂本 太地¹, 岩成 大地², 池内 勇太¹, 吉田 一馬², 田中 一誠², 向井 孝志¹
ATTACCATO LLC.¹, Town Mining Co.,Ltd.², °Naoto Yamashita¹, Taichi Sakamoto¹, Daichi Iwanari²,
Yuta Ikeuchi¹, Kazuma Yoshida², Kazuyoshi Tanaka², Takashi Mukai¹,
E-mail: t-mukai@attaccato.com

1. 緒言

次世代のリチウムイオン電池の負極材料として、高容量化が期待できるシリコン (Si) が注目されている。しかし、充放電に伴う体積変化が大きく、数回足らずの充放電で激しい容量低下を示すため、実用電池では、黒鉛と Si との混合系によって高容量化と長寿命化の両立が図られている。従来バインダでは、Si の膨張・収縮による構造破壊を本質的に抑制できていないため、Si の配合量は 2~10 wt.%に留まっているのが現状で、更なる高容量化を図るためには、Si の配合量を増やした負極の開発が望まれる。これまでに我々は、高い強度と優れた接着性を示す水ガラスを開発し、水ガラスを用いた Si 負極について報告してきた^{[1], [2]}。今回、結着力が不十分な樹脂系バインダであっても、水ガラスでコーティングすることにより、Si の配合量を増加させても安定した寿命特性が得られたので報告する。

2. 実験方法

Si-Graphite 混合負極 (3.0 mAh/cm^2) は、所定配合比となるように Si ($D_{50}=1 \text{ }\mu\text{m}$, TMC(株)製#DG-Si) と人造黒鉛 ($D_{50}=20 \text{ }\mu\text{m}$) を混合したものを活物質とし、カーボンブラックと PVdF バインダからなるスラリー (= 85: 5: 10 wt.%) を銅箔 ($10 \text{ }\mu\text{m}$) に塗工後、水ガラスをコートすることで作製した。また、比較電極として、ガラコしていない負極を作製した。水ガラスは、 Li_2CO_3 、 Na_2CO_3 および SiO_2 などからなる混合体を 900°C 以上に加熱溶解して冷却後、水に溶解することで作製した。試験セルは、対極として金属リチウム、電解液として 1M LiPF_6 / (EC: DEC= 50: 50 vol.%, +VC 1 wt.%) を用いて作製した。充放電試験は、温度 30°C 、 0.1C -rate、 $0.0\sim 1.4 \text{ V}$ で充放電することで行った。

3. 結果と考察

Fig.1 に、水ガラスコートの有無による各種 Si-Graphite 混合負極のサイクル試験を行った結果を示す。コートしていない各種の負極は、活物質に対して Si が 50 wt.%以上混合されると活物質層の集電体からの剥離により、ほとんど容量を示さなかったが、水ガラスコートすることでサイクル特性を飛躍的に向上させることが示された。これは、水ガラスが活物質層内に浸透して、活物質層の強固な骨格体として機能し、かつ集電体と一体化するため、電極の大きな体積変化を緩和しているものと思われた。当日は、負極の体積変化についても報告したい。

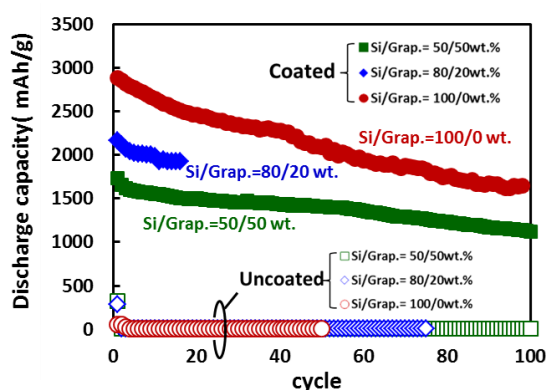


Fig.1 Cycle performance of various Si-Graphite anodes with or without water glass coated. (0.0-1.4 V vs. Li/Li⁺, 0.1C-rate, 3.0 mAh/cm^2 , 30°C)

<参考文献>

- [1] 山下直人, 坂本太地, 池内勇太, 向井孝志, 第57回電池討論会要旨集, p.118 (2016)
[2] 岩成大地, 吉田一馬, 田中誠一, 坂本太地, 池内勇太, 山下直人, 向井孝志, 第57回電池討論会要旨集, p.117 (2016)